

# IMPATTO AMBIENTALE DEI DISTRETTI INDUSTRIALI ATTRAVERSO L'USO DI UN MODELLO INPUT-OUTPUT

Vito Albino<sup>a</sup>, Silvana Kühtz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> DIMeG, Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Bari, viale Japigia 182, 70125 Bari, Italy

<sup>b</sup> DIFA, Facoltà di Ingegneria, Università della Basilicata, Cda Macchia Romana, 85100 Potenza, Italy, [kuhtz@unibas.it](mailto:kuhtz@unibas.it)

## SOMMARIO

Questo articolo si concentra sul concetto di impatto ambientale misurato con modelli input-output che tengono conto del complesso intreccio di flussi di materiali ed energia all'interno dei distretti industriali. Viene mostrato l'impatto dei singoli processi produttivi sull'ambiente fornendo misure quantitative che possono essere utilizzate dai dirigenti delle singole aziende e dalle comunità locali. L'impatto totale e specifico (per unità di output di prodotto) è quantificato in termini di risorse usate, rifiuti prodotti ed energia consumata, il che consente anche di trarre utili conclusioni sulla tecnologia adottata e sulle possibili politiche di riuso e riciclo locale dei prodotti e dei materiali. In particolare, è importante considerare l'impatto aggregato e specifico, specialmente in termini di inquinamento prodotto e di consumo di risorse fondamentali come l'energia e l'acqua.

In questo lavoro sono analizzati due casi: il distretto di Sassuolo e di Matera. Gli impatti ambientali misurati nei due distretti con l'uso di un modello di contabilità input-output, mettono in evidenza le principali tipologie usate di input primari e di energia, e le tipologie di rifiuti prodotti. Inoltre, usando il modello in modo previsionale, si mostrano i benefici in termini di CO<sub>2</sub> che si possono ottenere, per esempio, nel distretto del divano di Matera, per produrre energia elettrica e termica riutilizzando gli scarti.

## INTRODUZIONE

Un distretto industriale rappresenta "un'entità socio-territoriale caratterizzata dalla co-presenza attiva, in un'area territorialmente circoscritta, naturalisticamente e storicamente determinata, di una comunità di persone e di una popolazione di imprese industriali" [1].

In termini più operativi, esso può essere inteso come "un'agglomerazione territoriale di produttori specializzati e tra loro integrati lungo intere filiere produttive"[2]. La localizzazione territoriale consente alle imprese di usufruire di vantaggi legati all'atmosfera industriale che caratterizza in modo fondamentale l'azione di tali sistemi di imprese. La specificità territoriale contribuisce a generare nei distretti differenze che spesso li rendono difficilmente riconducibili ad un tipo ideale. Per tale eterogeneità, risulta anche difficile pervenire ad un modello generale di interpretazione di tutti i possibili fenomeni evolutivi di un distretto [3].

Non si può mettere in dubbio l'importanza dei distretti industriali, specie in Italia, dove tali sistemi di imprese sono stati in grado, e sembrano ancora capaci attraverso nuovi percorsi evolutivi, di sostenere lo sviluppo di aree locali, e di produrre esternalità positive per le singole imprese.

Tuttavia, i distretti industriali, con la loro concentrazione di attività produttive in un'area ristretta, sono spesso caratterizzati da problemi ambientali, che vanno esaminati attentamente. Politiche industriali che incoraggiano l'uso delle fonti rinnovabili e la limitazione nell'uso dell'acqua sono essenziali nel contesto della sostenibilità dei distretti.

Nel presente lavoro è stata condotta una valutazione di impatto ambientale di due distretti industriali usando un'estensione del modello di contabilità input-output proposto da Albino et al. nel 2003, [4] e [5], e nel 2004 [6].

Sono state considerate diverse famiglie di prodotti di ogni distretto e sono stati utilizzati i dati reali presi sul campo. La catena di fornitura, meglio descritta come rete di produzione, dei distretti industriali è rappresentata con il modello input-output in termini di processi di produzione e di flussi di materiali ed energia misurati in termini fisici. Il modello consente una stima delle risorse (materiali ed energia) usate e delle conseguenti emissioni inquinanti prodotte. Il relativo impatto ambientale è poi costruito graficamente per fornire una misura di sostenibilità ambientale del distretto in quell'area.

## DISTRETTI INDUSTRIALI ED AMBIENTE

Tralasciando per motivi di brevità la descrizione delle caratteristiche dei distretti industriali italiani [1, 2 e 4], si può affermare, concordando con Renn et al. [7], che le Regioni siano un'arena di dimensioni appropriate per prendere decisioni che vanno nella direzione di un'applicazione concreta dello sviluppo sostenibile. Le Regioni possono infatti mettere in pratica misure efficaci in questa direzione, con innumerevoli vantaggi. E sia Amministrazioni pubbliche locali che le imprese stanno considerando seriamente la possibilità di mettere in atto uno sviluppo sostenibile in modo da combinare sia esigenze di produzione che di salvaguardia della salute e dell'ambiente. La competitività locale può infatti puntare sull'equilibrio fra questioni economiche ed ambientali. Un numero sempre maggiore di dirigenti è consapevole del fatto che la sostenibilità ambientale può portare profitti oltre alla riduzione dell'impatto ambientale [8], pur se alcuni cinici pensano che la sostenibilità per esempio delle multinazionali non si attuerà così facilmente nella realtà [9]. A livello di distretti industriali, le piccole medie imprese autonome e

concentrate in un'area geografica limitata incidono fortemente sul territorio per via degli scambi intensivi di materiali e dell'uso concentrato di gran quantità di energia. Monitorare e pianificare le attività di produzione a livello di sistema può allora essere utile per migliorare gli schemi di produzione/riciclo/consumo, il che può risultare in benefici tanto per le imprese quanto per l'ambiente locale.

I fattori che rendono critici i rapporti fra il distretto industriale e il territorio su cui insiste sono in primis, come già accennato, la concentrazione di un gran numero di imprese su un'area geografica limitata. L'uso di risorse e la produzione di inquinamento sono dunque pure concentrati in uno spazio limitato. In secondo luogo, poiché componenti e prodotti devono essere spostati all'interno del territorio (specializzazione flessibile) sono richiesti trasporti che insistono in modo massiccio e concentrato, incrementando così inquinamento e congestione.

C'è poi un terzo fattore critico, legato alle dimensioni delle imprese locali. A questo proposito in particolare Hamner e Del Rosario [10] sottolineano che:

- le PMI (piccole medie imprese) in genere hanno minori capitali delle grandi e gli investimenti destinati a piani di controllo dell'inquinamento sono meno praticati;
- siccome le PMI sono tante, ma piccole in termini di visibilità individuale, è difficile controllarle;
- poiché sono localizzate in aree urbanizzate o a ridosso di esse, l'impatto dell'inquinamento da loro prodotto può avere ripercussioni serie e immediate sulla salute pubblica.

Dal punto di vista delle imprese di un distretto industriale, pressioni sia interne che esterne le stanno forzando a migliorare le loro performance ambientali. Pressioni interne, motivate da ragioni strategiche economico-ambientali. Pressioni esterne, motivate dal contesto socio-istituzionale e dal sistema produttivo.

Per analizzare gli aspetti ambientali in modo sistematico è importante considerare il concetto di supply-chain (catena di fornitura) che rappresenta il processo integrato in cui un numero di entità diverse (fornitura, produzione, distribuzione e vendita) lavorano insieme per acquisire materie prime, convertirle in prodotti finali e distribuirle alla vendita. Le supply chain all'interno del distretto sono prese in considerazione per valutare l'impatto del processo produttivo sull'ambiente locale. Le supply chain di un distretto industriale presentano alcune caratteristiche precise. La stessa fase di produzione del distretto è in genere condotta da imprese diverse, pur se caratterizzate da organizzazione e tecnologie simili essendo l'imitazione una delle fonti principali di innovazione nei distretti. In questo caso la supply chain è stata allora ridefinita (si parla di supply chain estesa) considerando anche i processi di estrazione delle materie prime e di riuso degli scarti di lavorazione, [11] e si è adoperato un modello input-output per la contabilità dei flussi. I benefici di questo approccio sono: il fatto che si può monitorare la contabilità di flussi fisici oltre che monetari; i dati reali fotografano la situazione delle unità di produzione e dei vari impianti; precisi obiettivi di produzione e di consumi energetici e di materiali possono essere individuati e pianificati; si può collegare la situazione locale a quella macro (per es. all'intera nazione).

## IMPATTO AMBIENTALE

Una delle conseguenze dell'introduzione del concetto di sviluppo sostenibile e green manufacturing è la necessità

crescente di metodi di misura e confronto fra sistemi economici, sociali e tecnici. Indicatori ambientali di vario tipo sono adesso disponibili in letteratura e usati in svariati casi. Tali indicatori cercano di catturare aspetti specifici dei sistemi (imprese, multinazionali, sistemi di imprese, regioni, nazioni, etc.) in esame, pur essendo difficile definire indicatori che integrino tutti gli aspetti da considerare, [12].

L'analisi dell'impronta ambientale è un altro metodo che mira a comunicare con semplicità ed efficacia le importanti questioni dell'impatto ambientale, [13], ma dà misure estremamente aggregate e cioè non fornisce informazioni sufficienti a livello regionale, rischiando di essere mal interpretato in quanto non fa distinzioni per esempio fra uso sostenibile e uso non sostenibile di un territorio.

In questo lavoro il concetto di impatto ambientale usato per un distretto industriale si basa sulle misure quantitative di tutte le risorse effettivamente adoperate e di tutti gli output di prodotti intermedi e scarti prodotti per produrre i prodotti finali destinati al mercato. Questo tipo di impatto può essere calcolato per unità di prodotto (per esempio sulla produzione annua) e può essere usato anche per ogni singola impresa del distretto e adoperato per confrontare i diversi comportamenti ambientali delle varie imprese del distretto e per fare benchmarking.

## IMPATTO AMBIENTALE INPUT-OUTPUT

La misura dell'impatto ambientale di un distretto industriale può essere fatta basandosi sul modello di contabilità input-output già proposto per l'analisi di aspetti economici-energetici-ambientali di un distretto [4, 5] o di una singola impresa [6]. Il modello si basa sui dati dei flussi di materiali e di energia dei processi produttivi del distretto e consente di quantificare l'uso delle risorse primarie e le conseguenti emissioni inquinanti. I flussi su citati sono misurati in termini fisici e definiscono tutti i processi di produzione della supply chain del distretto. Un processo di produzione è una funzione che trasforma input (risorse, inclusa l'energia) in output (scarti, sottoprodotti e prodotti, Figura 1).

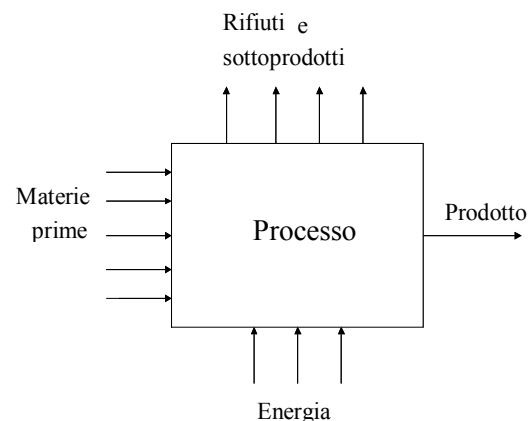


Figura 1. Schema di un processo produttivo

Si assume che ogni processo produca uno specifico prodotto principale o un gruppo omogeneo di prodotti come output principale. Si può allora individuare la supply chain globale di distretto, o meglio, il network dei processi di produzione del

distretto, (NPPD), aggregando le supply chain delle varie imprese, aggregando cioè i processi produttivi che producono lo stesso prodotto principale in un unico macro-processo. Ogni processo del network è un macro-processo i cui macro-input e macro-output sono la somma di tutti gli input e di tutti gli output di processi del distretto, simili per tecnologia e per prodotto finale. L'output principale di un macro-processo è l'input del processo successivo e il prodotto finale è il prodotto principale dell'ultimo macro-processo. Ogni macro-processo necessita di una certa quantità e tipologia di energia (energia elettrica, combustibili di vario tipo, etc...) e produce sottoprodotti e scarti. Il modello input-output usato si compone delle equazioni qui di seguito elencate:

$$x = (I - A)^{-1} f \quad (1)$$

$$r = R x \quad (2)$$

$$e^d = E x \quad (3)$$

$$w = W x \quad (4)$$

$$e^s = T w \quad (5)$$

Dove:

$x = [x_i]$  = vettore dell'output lordo;

$f = [f_i]$  = vettore della domanda finale (che lascia il distretto);

$r = [r_k]$  = vettore degli input primari;

$e^d = [e^d_k]$  = vettore della domanda di energia;

$w = [w_k]$  = vettore dei sottoprodotti o scarti;

$e^s = [e^s_k]$  = vettore che indica la quantità di energia prodotta per trasformazione energetica degli scarti (usando solo scarti prodotti nel distretto);

$I = [I_{ij}]$  = matrice identità;

$A = [A_{ij}]$  = matrice dei coefficienti input-output intermedi (output di prodotto i per unità di output di prodotto j);

$R = [R_{kj}]$  = matrice dei coefficienti di input principali (input principali di tipo k per unità di output di prodotto j);

$E = [E_{kj}]$  = matrice dei coefficienti di input energetici (input di energia di tipo k per unità di output di prodotto j);

$W = [W_{kj}]$  = matrice dei coefficienti di output di scarti (output di sottoprodotti o scarti di tipo k per unità di output di prodotto j);

$T = [T_{kh}]$  = matrice dei coefficienti di trasformazione scarti-energia (quantità di energia di tipo k prodotta per unità di scarto di tipo h).

Ogni processo che appartiene al network di distretto può essere analizzato usando i coefficienti tecnici, assunti costanti nel breve termine. Per valutare i coefficienti, una raccolta dati statistica deve essere basata sul considerare processi simili che producono per esempio lo stesso prodotto j o lo stesso tipo di energia k. Non ci soffermeremo sulle indicazioni statistiche di tale raccolta dati, che pure è una fase delicata del lavoro di ricerca. Una stima pesata dei coefficienti tecnici è raccomandata per processi simili, usando gli output di processo come pesi. Quindi per il network di processi di

produzione e per il generico processo di distretto j, i coefficienti tecnici sono stimati usando la media pesata\* sui coefficienti tecnici dei processi simili m<sub>j</sub>:

$$A_{ij} = \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)} A_{ij}^{(u)} / \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)}$$

$$R_{kj} = \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)} R_{kj}^{(u)} / \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)}$$

$$E_{kj} = \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)} E_{kj}^{(u)} / \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)}$$

$$W_{kj} = \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)} W_{kj}^{(u)} / \sum_{u=1, \dots, m_j} x_j^{(u)}$$

Per il generico processo di distretto che produce energia di tipo k sfruttando scarti di tipo h risulta:

$$T_{kh} = \sum_{u=1, \dots, m'_{kh}} T_{kh}^{(u)} \quad (6)$$

dove  $m'_{kh}$  è il numero di processi che convertono gli scarti di tipo h in energia di tipo k. Basandosi sul modello input-output gli impatti ambientali dipendono dal tipo di scarti ( $w_k$ ), dal tipo di input primari ( $r_k$ ), e dal tipo di energia ( $e^d_k - e^s_k$ ). L'impatto ambientale del distretto per il set di valori della domanda finale di prodotto i,  $f_i$ , è dato dall'insieme di valori ( $f_i, r_k, e^d_k, w_k$ ) per ogni i e k rilevanti per l'analisi, se non c'è alcuna trasformazione scarti-energia. Graficamente, tale impatto si può rappresentare come in Figura 2, linea continua. Invece, se sono stati trasformati in energia parte degli scarti l'impatto ambientale del distretto per il set di valori della domanda finale di prodotto i,  $f_i$ , è dato dall'insieme di valori ( $f_i, r_k, e^d_k - e^s_k, w_k$ ) per ogni i e k rilevanti per l'analisi ed è rappresentato dalla linea tratteggiata in Figura 2.

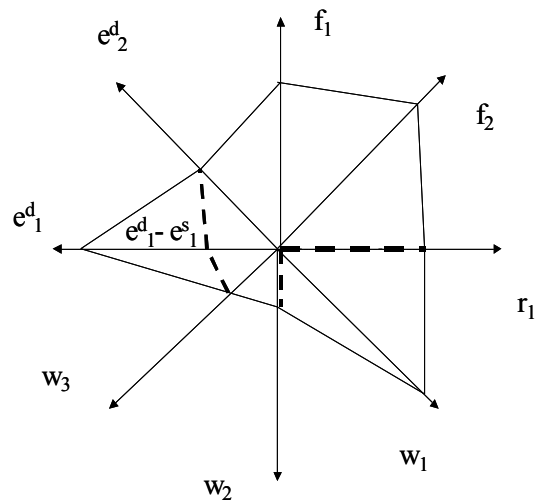


Figura 2. Impatto ambientale di un generico distretto industriale per due prodotti principali, un input primario e tre tipi di scarti e due di energia, senza trasformazione scarti-energia (linea continua), con trasformazione scarti-energia (linea tratteggiata)  $w_1$  in  $e^s_1$ .

Si nota immediatamente la differenza, e cioè si osserva, come ci si aspetta, che l'impatto è di molto ridotto quando una parte degli scarti è trasformata in energia.

È possibile anche costruire graficamente l'impatto ambientale del distretto per unità di prodotto annuo, che quindi può essere

\* I pesi non sono assegnati, sono gli output di tutti i processi simili nel distretto

messo in relazione all'efficienza del ciclo di produzione, mentre l'impatto riferito ai valori totali rappresenta l'impatto del distretto sul territorio, come si vedrà per i casi reali.

### CASI DI STUDIO

In questo paragrafo si osservano gli impatti ambientali dei distretti industriali italiani di Sassuolo e Matera per unità di prodotto finale e per quantità totale di prodotto finale, basandosi sui dati raccolti con un'indagine sul campo [4, 5, 6]. Il primo caso esaminato riguarda il distretto di **Sassuolo**, dove si producono piastrelle. Si analizza per brevità solo il network di produzione delle piastrelle a monocottura<sup>2</sup> i cui processi di produzione sono:

**Preparazione impasto:** a seconda del tipo d'impasto che si vuole ottenere si macinano tipi diversi di materie prime e scarti crudi con acqua e fluidificante e si setacciano opportunamente e nebulizzano;

**Pressatura ed essiccamento:** l'impasto arriva dal processo precedente nelle linee di pressatura dove si formano le piastrelle crude che vengono essiccate;

**Smaltatura:** qui sono realizzati i decori previsti e si ottiene il prodotto smaltato crudo;

**Cottura:** le piastrelle smaltate giungono ai forni a rulli e sono fatte cuocere;

**Scelta e confezionamento:** le piastrelle cotte sono selezionate e poi impaccate.

In termini di output, ogni processo è caratterizzato da un solo prodotto principale e da scarti, emissioni e sottoprodotti. Il network del distretto è schematizzato in figura 3, ma non riportiamo per brevità i dati raccolti, [4, 5, 6] che opportunamente tabellati fotografano la situazione di contabilità di tutti i flussi di materiali ed energia consumati e prodotti su base annua.

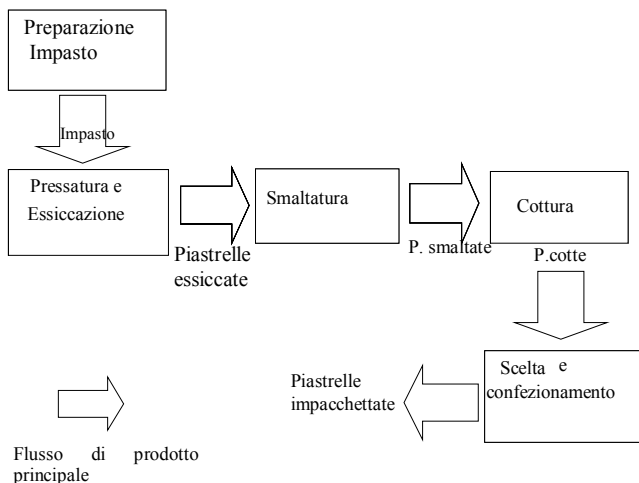


Figura 3. Network di processi di produzione del distretto di Sassuolo delle piastrelle monocottura.

Il distretto è virtuoso in termini di uso razionale delle risorse (in principal modo le risorse energetiche), riuso dei materiali e di acqua. È infatti anche dotato di un sistema di monitoraggio dei consumi.

<sup>2</sup> Ma anche altre famiglie di prodotti, p.es. gres porcellanato, sono state esaminate

Si possono allora descrivere graficamente gli impatti ambientali usando il metodo descritto nel paragrafo precedente, sulla base dei dati reali. Per esempio, considerato il prodotto finale  $f_E$ , piastrelle impaccate, che dai dati annuali riferiti all'anno 2000 assommano a  $2.67 \cdot 10^6$  tonnellate di piastrelle, si possono disegnare gli impatti di figura 4 e 5.

In figura 4 sono riportati i dati per unità di prodotto. Si nota per esempio che per produrre una tonnellata di piastrelle si consumano 0.75 metri cubi di acqua e 0.14 MWh di potenza elettrica. Di converso, si producono 262.90 kg di CO<sub>2</sub>. Tali misure possono essere molto utili quando si confrontano fra loro distretti che producono lo stesso tipo di prodotto finale in quanto si può immediatamente leggere la quantità di materie prime usate e scarti prodotti. Questo metodo può evidenziare immediatamente qual è il distretto più efficiente.

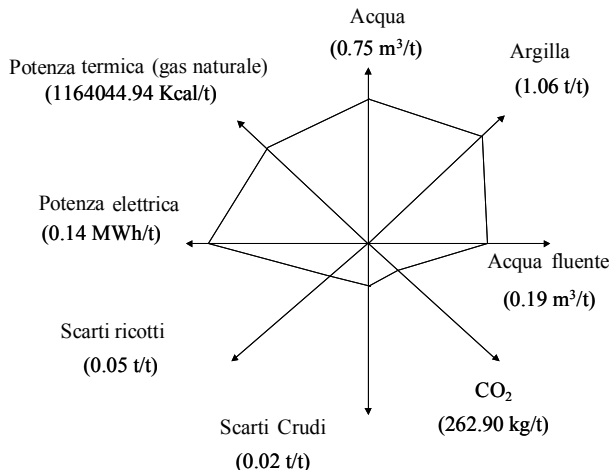


Figura 4. Distretto di Sassuolo: network di produzione monocottura, impatto per unità di prodotto, ( $r_2, r_5, w_1, w_4, w_6, w_7, e_{el}^d, e_{th}^d$ ).

In Figura 5 l'impatto ambientale sui valori totali dà la misura dell'incidenza, dell'impatto, del distretto sul territorio. Si osserva ad esempio che per produrre le  $2.67 \cdot 10^6$  tonnellate annuali servono  $2 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> di acqua e  $3.73 \cdot 10^5$  MWh di energia elettrica. Sono prodotte  $7.02 \cdot 10^8$  di CO<sub>2</sub>. Questo può essere importante confrontando due generici distretti proprio per valutare come incidono sul territorio in termini per esempio di energia o acqua consumata, il che è ciò che faremo in questo paragrafo nel confronto col distretto del divano.

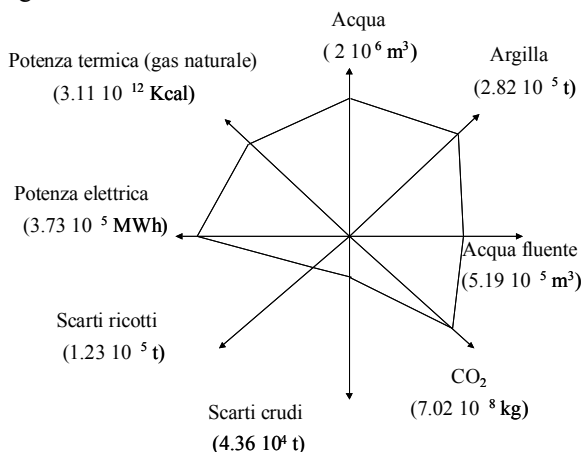


Figura 5. Distretto di Sassuolo: network di produzione monocottura, impatto sul territorio coi valori totali, ( $f_E, r_2, r_5, w_1, w_4, w_6, w_7, e_{el}^d, e_{th}^d$ ), con  $f_E = 2.67 \cdot 10^6$  t

Il secondo caso presentato in questo paragrafo si riferisce al distretto industriale del divano imbottito fra la Puglia e la

Basilicata, il distretto di Matera. I processi di produzione del network di produzione dei divani in pelle sono:

*Realizzazione telaio*: si lavora il legno per realizzare telai;

*Cinghiatura*: si inseriscono cinghie per dare flessibilità;

*Preparazione telaio*: si incolla poliuretano tipo p al telaio cinghiato;

*Taglio del poliuretano*: si taglia e si dà forma a poliuretano tipo e;

*Taglio*: si individuano le imperfezioni sulla pelle e poi le sagome sono posizionate e la pelle è tagliata;

*Cucitura*: la pelle è cucita secondo il progetto;

*Assemblaggio*: i pezzi sono assemblati manualmente;

*Controllo*: il prodotto finale è controllato e bollato.

Il network è schematizzato in figura 6, ma non riportiamo per brevità i dati raccolti, disponibili in letteratura, [4] che fotografano la situazione di contabilità di tutti i flussi di materiali ed energia consumati e prodotti su base annua.

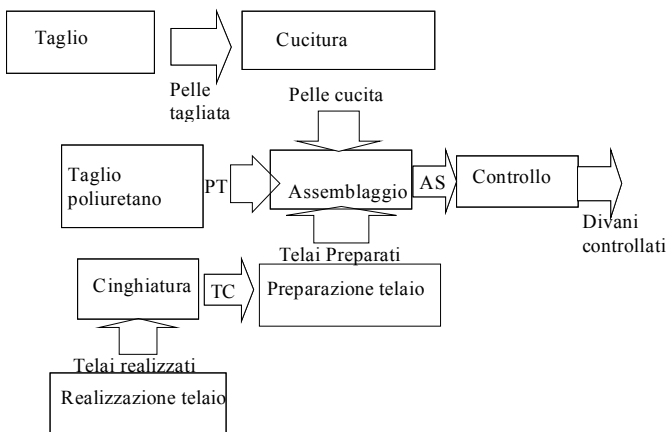


Figure 6. Network di processi di produzione del distretto di Matera dei divani in pelle imbottiti.

Si possono quindi descrivere graficamente gli impatti ambientali usando il metodo descritto nel paragrafo precedente, sulla base dei dati reali. Per esempio, considerato il prodotto finale  $f_8$ , divani controllati, che dai dati annuali riferiti all'anno 2000 assommano a  $1.8 \cdot 10^7$  sedute, si possono disegnare gli impatti di figura 7, 8 e 9.

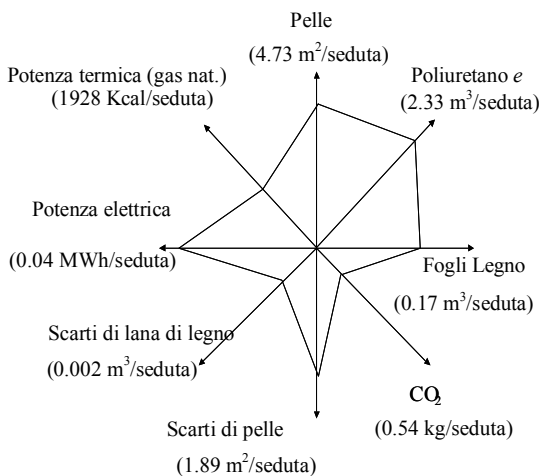


Figure 7. Distretto di Matera: network di produzione, impatto per unità di prodotto, ( $r_2, r_6, r_9, w_4, w_9, w_{10}, e_{el}^d, e_{th}^d$ ).

In Figura 7 è rappresentato graficamente l'impatto per unità di prodotto. Si evince che per esempio  $4.73 \text{ m}^2$  di pelle e  $0.04$

MWh di potenza elettrica sono necessari per unità di prodotto e si produce uno scarto di  $1.89 \text{ m}^2$  di pelle.

In Figura 8 è rappresentato l'impatto coi valori totali, quindi si osserva per esempio che in un anno sono necessari  $8.52 \cdot 10^7 \text{ m}^2$  di pelle e  $3.41 \cdot 10^7$  è la quantità totale di scarti di pelle prodotta.

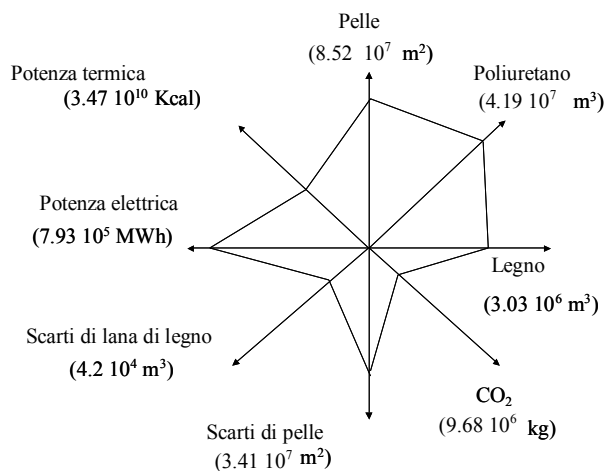


Figure 8. Distretto di Matera: network di produzione, impatto sul territorio coi valori totali, ( $f_8, r_2, r_6, r_9, w_4, w_9, w_{10}, e_{el}^d, e_{th}^d$ ) con  $f_8 = 1.8 \cdot 10^7$  sedute annue.

Il confronto fra la figura 8 e la figura 5 relativa ai valori totali del distretto di Sassuolo mostra che il distretto di Sassuolo necessita di una grande quantità di acqua ed è un distretto molto più *energivoro* del distretto di Matera. L'impatto di quest'ultimo è invece notevole per quel che riguarda gli scarti sia di pelle che di legno.

Si è allora voluto considerare cosa succederebbe se tutti gli scarti di legno fossero utilizzati nel distretto di Matera per produrre energia elettrica e termica. In figura 11 si è riportato l'impatto del distretto attuale, con la produzione di tutti i tipi di scarti di legno (linea continua), considerando i dati fisici del set di valori input-output ( $f_8, w_1, w_2, w_3, w_4, w_{10}, e_{el}^d, e_{th}^d$ ), e quello in cui si ipotizza la trasformazione di tutti gli scarti in energia (linea tratteggiata). Per la trasformazione di scarti in energia si ipotizza di usare un impianto a biomassa. È facile riconoscere immediatamente come l'impatto, l'incidenza del distretto nel caso di riuso energetico degli scarti, sia molto ridotto pur se la produzione di CO<sub>2</sub> aumenta (poi ovviamente conta molto il tipo di impianto usato e i filtri)

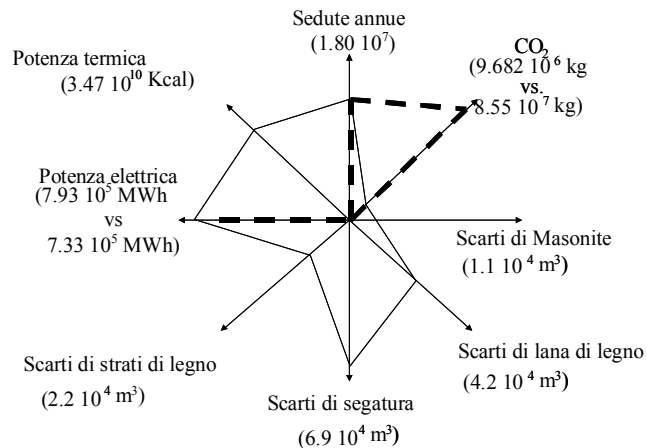


Figure 11 Impatto ambientale attuale ( $f_8, w_1, w_2, w_3, w_4, w_{10}, e_{el}^d, e_{th}^d$ ) (linea continua) vs impatto con trasformazione scarti di legno-energia ( $f_8, w_1, w_2, w_3, w_4, w_{10}, e_{el}^d - e_{el}^s, e_{th}^d - e_{th}^s$ ) (linea tratteggiata), Matera.

Fra l'altro, dai calcoli risulta che con l'impianto a biomasse si produce un eccesso di  $1.33 \cdot 10^{11}$  Kcal di energia termica (graficamente in figura 11 non si riesce ad indicare, è fuori scala) si può ipotizzare di teleriscaldare la comunità locale attigua al distretto e quindi ridurre ulteriormente altri consumi energetici.

### CONCLUSIONI

Il punto critico di questa ricerca rimane la raccolta dei dati, pur se i distretti industriali sono caratterizzati da grande omogeneità in termini di organizzazione e tecnologia per i processi che si riferiscono alla stessa fase. L'obiettivo del lavoro è analizzare i distretti industriali, specie i più aggressivi nei confronti dell'ambiente, in modo da fornire alle aziende e agli amministratori le raccomandazioni appropriate per ridurre l'impatto ove possibile.

Gli impatti ambientali misurati nei due distretti italiani con l'uso di un modello di contabilità input-output, mettono in evidenza le principali tipologie usate di input primari e di energia, e le tipologie di rifiuti prodotti. Inoltre, usando il modello in modo previsionale, si mostrano i benefici energetici che si possono ottenere, per esempio, nel distretto del divano di Matera, per produrre energia elettrica e termica riutilizzando gli scarti di legno. Al momento la ricerca è ancora in corso per realizzare un confronto di distretti Italiani e Cinesi.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. I. G. Becattini, Riflessioni sul distretto industriale marshalliano come concetto socio-economico, *Stato e Mercato*, n.25, 1989.
2. F. Nuti, I distretti dell'industria manifatturiera in Italia, Vol.I, Angeli, Milano, 1992.
3. F. Onida, Introduzione, in F. Onida e G. Viesti, (ed.), I distretti industriali: crisi o evoluzione?, EGEA, Torino, 1992.
4. V. Albino, E. Dietzenbacher and S. Kühtz, Analyzing Material and Energy Flows in an Industrial District using

an Enterprise Input-Output Model, *Economic Systems Research*, vol.15, n.4, pp. 457-480, 2003.

5. V. Albino and S. Kühtz, Assessment of environmental impacts of production processes in the industrial districts using input-output modelling techniques, *Journal of Environmental Informatics*, vol.1, n.1, pp 7-20, 2003.
6. V. Albino and S. Kühtz, Enterprise input-output model for local sustainable development – the case of a tiles manufacturer in Italy, *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 41, n.3, pp. 165-176, 2004.
7. O.Renn, R. Goble and H. Kastenzholz, How to apply the concept of sustainability to a region, *Technological Forecasting and Social Change*, vol.58, pp. 63-81, 1998.
8. C.Holliday, Sustainable growth-the Dupont way, *Harvard Business Review*, vol.79, n.8, pp.129-134, 2001.
9. A. Schendler, Where's the Green in Green Business?, *Harvard Business Review*, vol.80, n.6, pp.28-29, 2002.
10. B. Hamner e T. Del Rosario, Green purchasing: a global channel for improving the environmental performance of small enterprises, Proceeding of the Workshop on "Globalisation and the environment: new challenges for the public and private sectors", nov. 13-14, Paris, 1997.
11. B.M. Beamon, Designing the green supply chain, *Logistics Information Management*, vol.12, n.4, pp.332-342, 1999.
12. WEF (World Economic Forum), 2001 Environmental Sustainability Index, Annual Meeting Report, Davos, Switzerland.
13. M. Wackernagel e W.E. Rees, L'impronta ecologica – come ridurre l'impatto dell'uomo sulla terra, WWF edizioni Ambiente, Milano, 2004.